

Foto: Sebastião José de Araújo



## Decomposição de Palhada e Liberação de Nitrogênio em Latossolo Vermelho do Cerrado

Adriano Stephan Nascente<sup>1</sup>  
Luís Fernando Stone<sup>2</sup>

### Introdução

O sistema plantio direto (SPD) é um tipo de manejo do solo que possibilita diversos benefícios ambientais, pois aumenta os teores de matéria orgânica e a atividade biológica do solo, reduz as oscilações de temperatura do solo, diminui a erosão laminar, bem como o carreamento de fertilizantes e agrotóxicos para os mananciais de água, reduz a densidade populacional de plantas daninhas e possibilita maior conservação da umidade do solo, sendo, portanto, considerado sistema de produção sustentável (KLUTHCOUSKI et al., 2003).

No SPD é fundamental a utilização de plantas de cobertura para a formação de camada de palha na superfície do solo, antes da implantação da cultura principal (CRUSCIOL et al., 2010). Atualmente, vem se constatando o crescente uso do milho e de espécies forrageiras perenes para produção de cobertura do solo, como as do gênero *Brachiaria* e *Panicum*, devido à grande produção de biomassa. Essas plantas se destacam pelo sistema radicular profundo e vigoroso, pela excelente adaptação a solos de baixa fertilidade, fácil estabelecimento e alta produção de biomassa durante o ano, proporcionando excelente cobertura vegetal do solo, podendo produzir acima de 15 t ha<sup>-1</sup> de biomassa seca e persistirem por mais de seis meses na superfície do solo (KLUTHCOUSKI et al., 2003).

Outro importante fator a ser considerado no SPD é a decomposição de resíduos das coberturas, que pode proporcionar incremento na fertilidade do solo (CRUSCIOL et al., 2010; PACHECO et al., 2011). Nesse sentido, merece destaque o nitrogênio (N), que é um dos nutrientes com dinâmica mais pronunciada no sistema. O N pode ser liberado da palha das plantas de cobertura para o solo, durante o processo de degradação de seus resíduos, após o manejo químico ou físico. Entretanto, apesar de existir grande quantidade de N na parte aérea das culturas utilizadas como cobertura do solo, a quantidade que efetivamente será aproveitada pela cultura em sucessão vai depender do sincronismo entre a taxa de liberação do nutriente da cobertura e a taxa de demanda da cultura. Dessa forma, o conhecimento da época, quantidade e velocidade de liberação do nitrogênio pelas plantas de cobertura é fundamental para que elas possam ser efetivamente incorporadas ao sistema de produção agrícola. O objetivo deste trabalho foi determinar a taxa de degradação e liberação de N de palhas oriundas de plantas de cobertura na região do Cerrado.

### Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido na Fazenda Capivara, sede da Embrapa Arroz e Feijão, localizada no Município de Santo Antônio de Goiás,

<sup>1</sup> Engenheiro-agrônomo, Doutor em Agricultura, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, [adriano.nascente@embrapa.br](mailto:adriano.nascente@embrapa.br)

<sup>2</sup> Engenheiro-agrônomo, Doutor em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO.

GO (16° 27' de latitude, 49° 17' de longitude e 823 m de altitude). O clima é classificado como Aw, tropical de savana, mesotérmico, segundo a classificação de Köppen. O solo é classificado como Latossolo Vermelho ácrico, de textura argilosa, com relevo suavemente ondulado. Antes da instalação do experimento, realizou-se a caracterização química, granulométrica e da densidade do solo, nas profundidades: 0-5, 5-10 e 10-20 cm (Tabela 1). O experimento foi conduzido em uma área que estava no sistema plantio direto por sete anos (2001/2002 - 2006/2007) em rotação de culturas com milho (2001/2002, 2003/2004 e 2005/2006) e soja (2002/2003, 2004/2005 e 2006/2007) no verão e pousio no inverno. Em 2007/2008 a área foi semeada com as plantas de cobertura que foram avaliadas neste estudo.

**Tabela 1.** Atributos químicos do solo antes da instalação do experimento. Santo Antônio de Goiás, 2007/2008.

Prof.	pH	Ca	Mg	Al	P	K	Cu	Zn	Fe	Mn	M.O.*
(cm)	Água	....cmol <sub>d</sub> dm <sup>-3</sup> ....	.....mg dm <sup>-3</sup> .....	.....mg dm <sup>-3</sup> .....	.....mg dm <sup>-3</sup> .....	.....mg dm <sup>-3</sup> .....	.....mg dm <sup>-3</sup> .....	.....mg dm <sup>-3</sup> .....	.....mg dm <sup>-3</sup> .....	.....mg dm <sup>-3</sup> .....	g dm <sup>-3</sup>
0 - 5	6,4	2,5	0,8	0,0	13,8	97,0	1,9	5,1	27,6	18,1	20,4
5 - 10	6,2	1,9	0,6	0,0	26,1	95,8	2,0	5,1	28,6	15,8	18,6
10 - 20	6,2	1,9	0,5	0,0	9,7	91,0	2,0	4,6	26,6	14,9	16,4

\*M.O. matéria orgânica.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com cinco tratamentos e três repetições, em dois anos agrícolas. Os tratamentos foram constituídos por cinco coberturas vegetais [1 – pousio (vegetação espontânea), 2 – *Panicum maximum* Jacq. cv. Colômbio, 3 – *Brachiaria ruziziensis* R. Germ. and C.M. Evrard, 4 – *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf. cv. Marandu e 5 – *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br. cv. BN-2]. As dimensões das parcelas (coberturas vegetais) foram de 6 m de largura e 40 m de comprimento, perfazendo 240 m<sup>2</sup>. Sobre essas plantas de cobertura foi cultivado o arroz de terras altas.

Com exceção do tratamento pousio, a semeadura das plantas de cobertura *B. brizantha*, *B. ruziziensis* e *P. maximum* foi realizada, respectivamente, nos dois anos, em 27/11/2007 e 23/03/2009, e do milheto (*P. glaucum*) em 14/03/2008 e 23/03/2009. A semeadura das forrageiras perenes constou da distribuição de 10 kg ha<sup>-1</sup> de sementes (VC = 30%); no milheto utilizou-se 20 kg ha<sup>-1</sup> de sementes (germinação = 85%). O espaçamento utilizado foi

de 0,20 m e a profundidade de 2 cm. No dia da semeadura do arroz fez-se a aplicação de glifosato (1,8 kg ha<sup>-1</sup> de ácido equivalente).

Foram realizadas coletas das palhas oriundas das plantas de cobertura aos 0, 7, 14, 21, 28 e 35 dias em relação à semeadura do arroz. Para isso, foram feitas amostragens utilizando-se quadrado metálico vazado de 1,0 m x 1,0 m (1,0 m<sup>2</sup>) jogado ao acaso em cada unidade experimental. O material vegetal foi coletado rente ao solo, colocado em sacos de papel e seco em estufa com ventilação forçada a 65 °C até obter massa constante. Em seguida, o material foi pesado para se obter a massa de matéria seca. Determinaram-se os teores de nitrogênio, via combustão seca, utilizando analisador elementar CHNS/O, no Centro de Análise Agroambiental da Embrapa Arroz e Feijão.

A decomposição da cobertura do solo e a liberação de N pelas palhadas de cobertura foram ajustadas ao modelo matemático exponencial, sendo do tipo:

$$y = y_0 \exp (-k \cdot t), \text{ equação (1)}$$

em que y é a fração do resíduo inicial existente no tempo t, e y<sub>0</sub> é a proporção do resíduo potencialmente decomponível. Assim, calculou-se k, que é a constante de decomposição do resíduo. Com o valor de k, calculou-se a meia vida (t<sub>1/2</sub>), ou seja, o tempo necessário para que 50% da matéria seca (MS) daquele material seja decomposta ou que 50% do N seja liberado. A quantidade acumulada de nitrogênio foi determinada pelo produto da quantidade de matéria seca e os teores desse nutriente no resíduo vegetal. A partir desses valores, determinou-se a taxa de liberação de N das palhas avaliadas.

Foram feitas análise de variância, teste comparativo de médias LSD (p≤0,05) e de regressão polinomial (p≤0,05) ajustando-se às equações matemáticas para o fator dias após a semeadura do arroz.

## Resultados e Discussão

Avaliando-se a degradação das palhas das plantas de cobertura no dia da semeadura do arroz, constatou-se que o milheto e as espécies que compunham o pousio foram mais rapidamente degradados (Tabela 2 e Figura 1). Com esses

resultados verifica-se que o milheto tem velocidade de degradação maior que as demais espécies, podendo também liberar seus nutrientes mais rapidamente para o solo, o que pode se traduzir em benefícios para a cultura sucedânea. Oliveira et al. (2002), trabalhando com diferentes culturas de cobertura, relataram que o milheto está entre aquelas com maior acúmulo e rapidez na liberação de nutrientes a serem disponibilizados para as culturas em sucessão. No entanto, degradação mais rápida indica menor período de tempo da palha na superfície do solo e menor proteção contra erosão.

**Tabela 2.** Meia vida ( $t_{1/2}$ ) da palha e da liberação do nitrogênio por espécies de plantas de cobertura. Santo Antônio de Goiás, 2008/2009 e 2009/2010.

Plantas de cobertura	Palha	Nitrogênio
	$t_{1/2}$ (dias)	
Pousio	54 b*	58 ab
<i>Panicum maximum</i>	74 a	50 b
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	75 a	63 a
<i>Brachiaria brizantha</i>	76 a	53 b
Milheto	52 b	28 c
Fatores	ANOVA (Probabilidade do teste F)	
Planta de cobertura (C)	<0,001	<0,001
Ano (A)	0,1198	0,0753
C x A	0,8632	0,2291

\*médias seguidas pela mesma letra minúscula, na vertical, não diferem entre si pelo teste LSD ( $p \leq 0,05$ ).

Em relação ao pousio, também se observou rápida taxa de degradação (Tabela 2). As espécies espontâneas, apesar de serem consideradas plantas daninhas e causarem prejuízos às culturas agrícolas, podem promover os mesmos efeitos de cobertura do solo, produção de biomassa e ciclagem de nutrientes que as espécies introduzidas ou cultivadas para adubação verde (FAVERO et al., 2000). Esses autores relataram que as plantas espontâneas (*Portulaca oleracea*, *Euphorbia heterophylla*, *Bidens pilosa*, *Commelina benghalensis* e *Melanpodium perfoliatum*) se destacaram no acúmulo e ciclagem de nutrientes e tiveram maiores teores de potássio, magnésio e fósforo do que as leguminosas feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes*), feijão-bravo-do-ceará (*Canavalia brasiliensis*), mucuna-preta (*Mucuna aterrima*), lab-lab (*Dolichos lablab*) e guandu (*Cajanus cajan*). Por outro lado, esses autores também mostraram que as plantas espontâneas foram menos eficientes que as leguminosas tanto no aporte de fitomassa quanto na ciclagem de nutrientes. Favero et al. (2000) acrescentam ainda que a quantidade de resíduo gerada pelas plantas

espontâneas, individualmente, não ultrapassou 300 kg ha<sup>-1</sup> de matéria seca (MS), com algumas tendo valores abaixo de 100 kg ha<sup>-1</sup> de MS e o maior acúmulo ocorreu com a espécie *Cenchrus echinatus* (1.297 kg ha<sup>-1</sup> de MS), ou seja, esses valores de produção de MS desqualificam as plantas espontâneas como plantas de cobertura.

Com relação às forrageiras perenes, as palhas foram degradadas mais lentamente (Figura 1). *P. maximum* (74 dias), *B. ruziziensis* (75 dias) e *B. brizantha* (76 dias) tiveram os maiores valores de meia vida e não diferiram entre si (Tabela 2). Cruscio et al. (2010), trabalhando com milheto, *B. brizantha* e *P. maximum*, também observaram que a persistência das palhadas das forrageiras perenes foi superior à do milheto. Essa maior longevidade da palha na superfície do solo é importante característica visando a maior conservação da umidade, redução das oscilações de temperatura do solo, maior atividade biológica e proteção do impacto da gota de chuva.

Com relação à quantidade acumulada de N nas palhas de cobertura, os dados, em todos os tratamentos, foram ajustados a equações exponenciais (Figura 2). Dessa forma, no dia da semeadura do arroz, constatarem-se valores de 165, 181, 159, 83 e 85 kg ha<sup>-1</sup> de N para as coberturas *B. ruziziensis*, *P. maximum*, *B. brizantha*, pousio e milheto, respectivamente. Na taxa de N remanescente na palhada, também se ajustou os dados à equações exponenciais e verificou-se maior taxa de liberação no milheto e menor na *B. ruziziensis* (Figura 3).

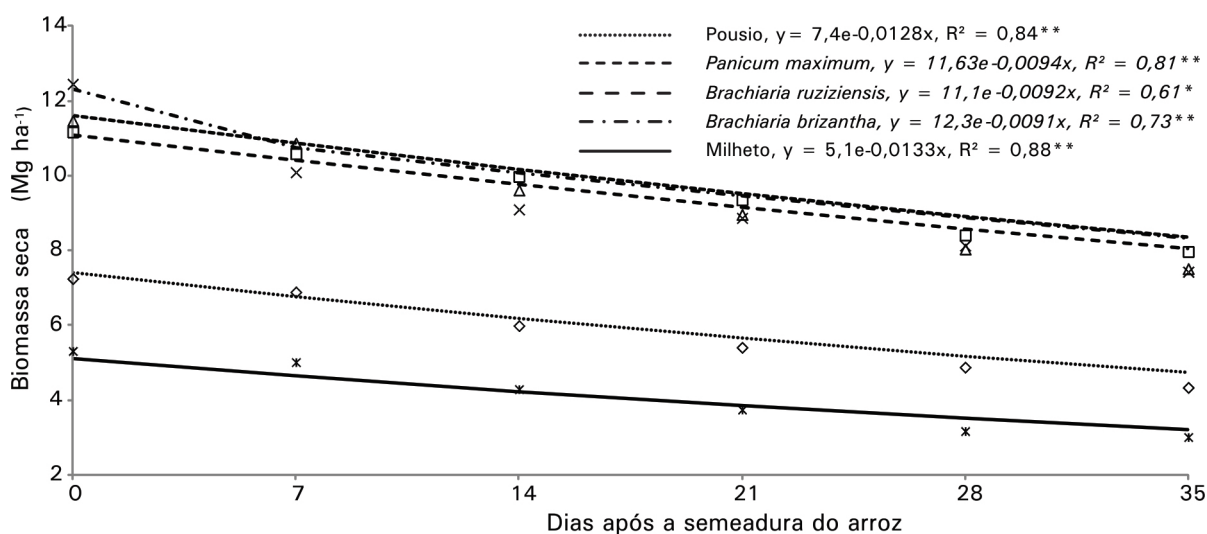
As palhas de *B. brizantha*, *B. ruziziensis* e *P. maximum*, além das maiores quantidades de biomassa e menor taxa de degradação, também acumularam mais de 150 kg de N ha<sup>-1</sup> no dia da semeadura do arroz (Figura 2). Kluthcouski et al. (2003) relataram que forrageiras perenes são importantes fontes de N. Essas plantas de cobertura conciliam maior período cobrindo o solo e ciclagem de nutrientes. Entretanto, essa liberação de nutrientes ocorre mais tardiamente, como observado na meia vida do nitrogênio. Por outro lado, o milheto, apesar de ter acumulado menos de 100 kg ha<sup>-1</sup> de N, destacou-se pela rápida liberação do nutriente, com meia vida de 32 dias (Tabela 2). Da mesma forma, em

diversos trabalhos de pesquisa foi relatada a rápida liberação de N pela palha de milho (CRUSCIOL et al., 2010; PACHECO et al., 2011). Essa planta de cobertura, aos 35 dias após a semeadura do arroz, já tinha liberado mais de 70% de N, enquanto que o *P. maximum* tinha liberado cerca de 58% e *B. brizantha* por volta de 45% de N (Figura 3). Crusciol et al. (2010) também relataram que *B. brizantha*, milho e *P. maximum* liberaram 57%, 78% e 52% de N ao solo, respectivamente, 68 dias após o manejo químico.

Essa informação de quantidade e taxa de liberação de N pelas culturas de cobertura é importante para que elas possam eficientemente ser inseridas nos sistemas agrícolas e possibilitar redução da aplicação de fertilizantes, uma vez que o estágio de senescência das plantas, após serem submetidas à dessecação, pode comprometer o sincronismo entre a fonte do nutriente (palha da superfície do solo) e a demanda da cultura subsequente no SPD (CALONEGO et al., 2005). Ressalta-se que os resultados de utilização de plantas de cobertura para fornecimento de N à cultura em sucessão são mais promissores quando se utiliza espécies leguminosas. Além disso, observa-se a importância das palhas de cobertura ora para a liberação dos nutrientes, ora para a proteção do solo. Nesse sentido, Calonego et al. (2005) ressaltam que a palha ideal no SPD é aquela cuja taxa de decomposição dos resíduos vegetais seja compatível com a manutenção do

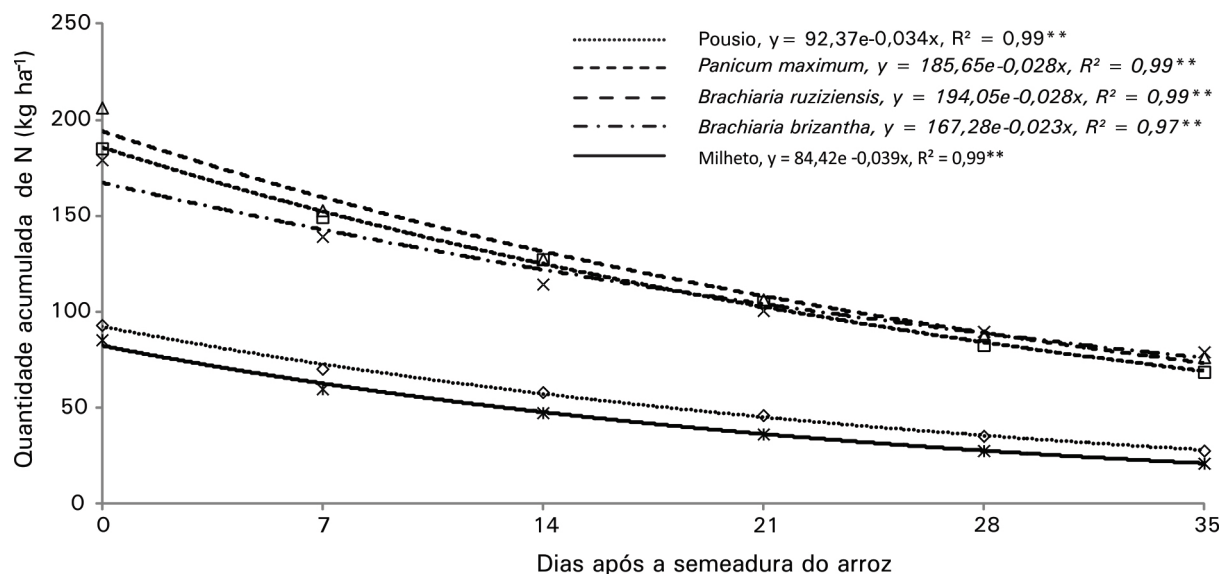
solo coberto por maior período de tempo e com o fornecimento de nutrientes sincronizado com a demanda pela cultura subsequente.

Com base nos resultados observados constata-se a importância do uso de plantas de cobertura no SPD, uma vez que nas duas safras, mesmo atravessando todo o período seco, após o início do período chuvoso subsequente, as plantas acumularam quantidade de matéria seca para proporcionar palha uniforme e bem distribuída na superfície do solo, suficiente para a condução do SPD. A exceção ocorreu no tratamento pousio, que produziu matéria seca desuniforme e mal distribuída. Dessa forma, a presença de matéria seca na superfície do solo na época da semeadura da cultura granífera é importante, uma vez que na região do Cerrado o inverno é caracterizado pela baixa precipitação pluvial e temperaturas relativamente altas, compreendendo normalmente o período entre os meses de abril e setembro, o que dificulta o estabelecimento de culturas. Assim, as plantas de cobertura utilizadas nessa região precisam ter alta capacidade de produção de fitomassa para manter o solo coberto durante a maior parte do ano e alta capacidade de rebrota no início do período chuvoso antecedendo a semeadura das culturas agrícolas. Além disso, as plantas de cobertura podem absorver nutrientes em camadas do solo mais profundas e, posteriormente, após a dessecação, liberá-los, o que pode ser benéfico ao desenvolvimento das culturas subsequentes, como foi observado para o nitrogênio.

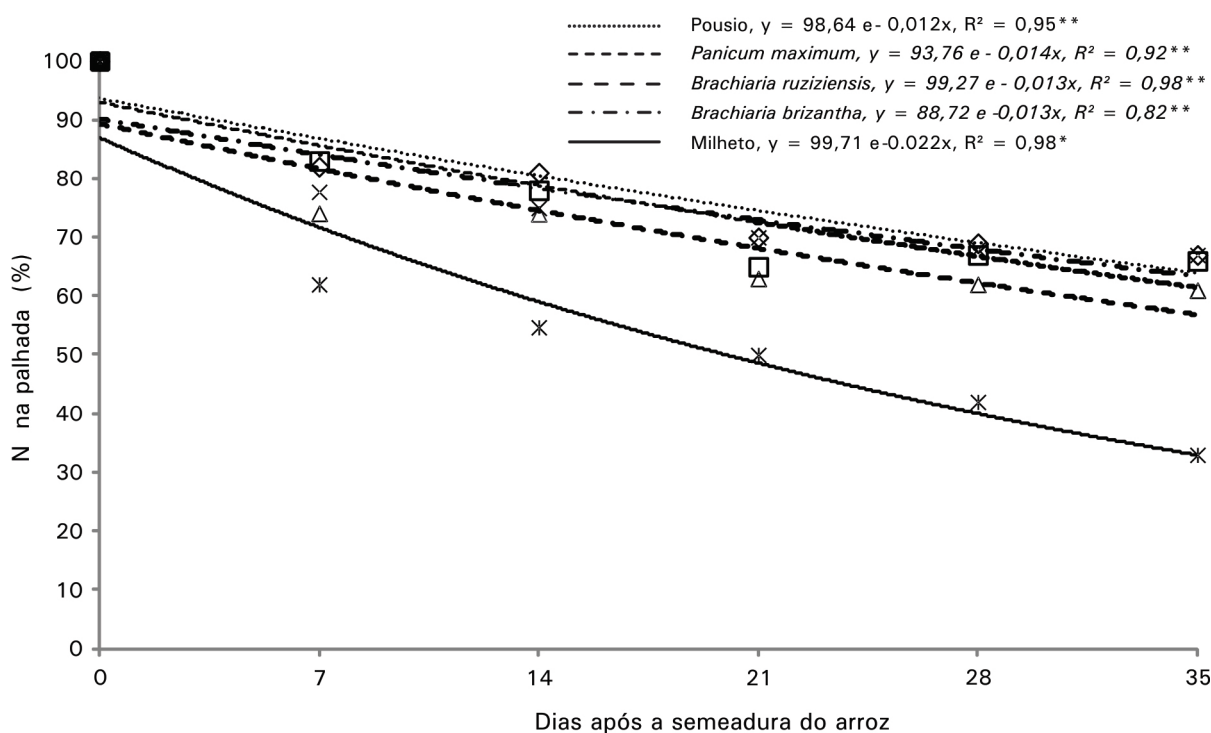


**Figura 1.** Degradação da palha de plantas de cobertura em função dos dias após a semeadura do arroz. Santo Antônio de Goiás, 2008/2009 e 2009/2010.





**Figura 2.** Quantidade acumulada de nitrogênio (N) nas palhas de cobertura em relação aos dias após a semeadura do arroz. Santo Antônio de Goiás, 2008/2009 e 2009/2010.



**Figura 3.** Porcentagem de nitrogênio (N) remanescente nas palhas de cobertura em relação aos dias após a semeadura do arroz. Santo Antônio de Goiás, 2008/2009 e 2009/2010.

## Conclusões

As plantas de cobertura *Panicum maximum*, *Brachiaria brizantha* e *B. ruziziensis* destacaram-se em relação à produção de biomassa (produzindo mais de 10 Mg ha<sup>-1</sup>) e quantidade de nitrogênio em suas partes aéreas (mais de 150 kg ha<sup>-1</sup> de N).

Milheto e pousio tiveram mais rápidas degradação da palhada e liberação de nitrogênio para o solo.

*P. maximum*, *B. brizantha* e *B. ruziziensis* apresentaram o menor coeficiente de degradação e permaneceram mais tempo na superfície do solo do que o milheto e o pousio.

*P. maximum*, *B. brizantha* e *B. ruziziensis* são as melhores opções como plantas de cobertura para serem utilizadas nas condições em que foram conduzidos os experimentos.

## Referências

CALONEGO, J. C.; FOLONI, J. S. S.; ROSOLEM, C. A. Lixiviação de potássio da palha de plantas de cobertura em diferentes estádios de senescência após a dessecação química. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 29, n. 1, p. 99-108, jan./fev. 2005.

CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P.; BORGHI, E.; MATEUS, G. P. Benefits of integrating crops and tropical pastures as systems of production. **Better Crops International**, Atlanta, v. 94, n. 2, p. 14-16, 2010.

FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; COSTA, L. M.; ALVARENGA, R. C.; NEVES, J. C. L. Crescimento e acúmulo de nutrientes por plantas espontâneas e por leguminosas utilizadas para adubação verde. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 24, n. 1, p. 171-177, jan./mar. 2000.

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 570 p.

OLIVEIRA, T. K. de; CARVALHO, G. J. de; MORAES, R. N. de S. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 8, p. 1079-1087, ago. 2002.

PACHECO, L. P.; LEANDRO, W. M.; MACHADO, P. L. O. de A.; ASSIS, R. L. de; COBUCCI, T.; MADARI, B. E.; PETTER, F. A. Produção de fitomassa e acúmulo e liberação de nutrientes por plantas de cobertura na safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n. 1, p. 17-25, jan. 2011.

### Comunicado Técnico, 229

**Embrapa**

Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PÁTRIA EDUCADORA

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:  
**Embrapa Arroz e Feijão**  
**Endereço:** Rod. GO 462 Km 12 Zona Rural, Caixa Postal 179 75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO  
**Fone:** (62) 3533 2110  
**Fax:** (62) 3533 2100  
**www.embrapa.br/fale-conosco/sac**  
**www.embrapa.br**

1ª edição  
On-line (2015)

### Comitê de publicações

**Presidente:** Pedro Marques da Silveira  
**Secretário-Executivo:** Luiz Roberto R. da Silva  
**Membros:** Camilla Souza de Oliveira, Luciene Fróes Camarano de Oliveira, Flávia Rabelo Barbosa Moreira, Ana Lúcia Delalibera de Faria, Heloisa Célis Breseghello, Márcia Gonzaga de Castro Oliveira, Fábio Fernandes Nolêto

### Expediente

**Supervisão editorial:** Luiz Roberto R. da Silva  
**Revisão de texto:** Camilla Souza de Oliveira  
**Normalização bibliográfica:** Ana Lúcia D. de Faria  
**Editoração eletrônica:** Fabiano Severino